

УДК 004.94

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ СИТУАЦИЙ НА МНОГОПОЛОСНОЙ АВТОСТРАДЕ

Лысенко Д.В.**научный руководитель канд. физ.-мат. наук Дмитриев В.Л.*****Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета
Российская Федерация, г. Стерлитамак***

В настоящее время Россия отстает от Европы в развитии как автомобилизации городов, так и транспортного моделирования, а необходимость в построении масштабных транспортных моделей российских городов еще не приобрела достаточную остроту. Тем не менее, современное общество нуждается в постоянном увеличении транспортного сообщения, при этом возникает проблема высокой интенсивности и плотности транспортного потока крупных городов. При этом основную нагрузку создают легковые автомобили, пассажирская загруженность которых составляет 1,5-2 человека.

Решая задачу совершенствования организации дорожного движения в отдельном элементе улично-дорожной сети города, нельзя ориентироваться только на существующие объемы движения в этом элементе. Изменения в транспортном предложении неминуемо повлекут изменение спроса на этот участок сети у других участников дорожного движения. Для решения задачи организации дорожного движения на отдельном элементе или узле может быть использована имитационная модель. С другой стороны, улучшение условий проезда по данному участку может привести к тому, что большее количество водителей будет выбирать маршруты проезда с использованием этой улицы. Это, в свою очередь, приведет к ослаблению нагрузки на другие участки сети и к дальнейшему перераспределению потоков.

Таким образом, возникает задача получения нового прогноза распределения транспортных потоков по городу, которое установится после проведения данного мероприятия. И эта задача реализуется уже при помощи прогнозных моделей. А далее новое распределение транспортного движения по сети и изменившиеся нагрузки и объемы движения на этом конкретном участке также потребуют корректировок организации дорожного движения, настройки работы светофорных объектов. И такая последовательность операций может повторяться бесконечно.

В решении задач снижения транспортных издержек объектами исследования обычно являются транспортные системы городов.

Модели динамики транспортных потоков принято делить на три класса: макроскопические (гидродинамические), кинетические и микроскопические. Существуют и программные комплексы, имитирующие движение транспортных потоков (Aimsun, Vissim, RNM, TransNet, и другие).

Движение автотранспортных средств в макроскопических моделях описывается путем введения некоторых усредненных понятий, таких как плотность, средняя скорость, и др. К классу микроскопических моделей относят модели, в которых моделируется движение каждого отдельно взятого участника дорожного движения. При этом воздействие одного транспортного средства на другое описывается некоторыми дифференциальными уравнениями. В основе подходов, использующихся в микроскопическом моделировании, лежит концепция о стремлении сохранять при движении безопасную дистанцию до лидера.

Представленная работа направлена на решение проблем, связанных с ростом количества автомобилей на автомобильных дорогах в условиях практически

неизменной схемы дорожно-транспортной сети: рост количества автомобилей приводит к возникновению транспортных заторов и снижению пропускной способности автомобильных дорог, снижается безопасность дорожного движения. В рамках указанной проблемы поставлена задача создания программного продукта, способного моделировать процесс движения автотранспортных средств на прямых участках автодорог согласно правилам дорожного движения, с учетом знаков и дорожной разметки, а также пешеходных переходов

Рассматриваемая в работе модель относится к микроскопическому типу моделей, в частности она опирается на модели клеточных автоматов и следования за лидером. Объектом моделирования является сложная система дорожного движения, состоящая из автомобилей, знаков дорожного движения, дорожной разметки и пешеходных переходов. При этом все эти элементы постоянно взаимодействуют между собой.

В работе рассматривается прямолинейный участок многополосной автомобильной дороги, длина участка не ограничивается. Каждая полоса автодороги разбивается на условные ячейки фиксированных размеров. Каждая ячейка может быть занята сегментом дорожного полотна, на каждом участке которого может присутствовать автомобиль. При этом рядом с ячейками, содержащими полотно автодороги, могут присутствовать ячейки, содержащие дорожные знаки.

Основной объект моделирования – автомобиль, определяется набором большого числа характеристик, среди которых, например, следующие: тормозной путь автомобиля со скорости 100 км/ч до 0 км/ч, максимально возможная скорость движения автомобиля (исходя из его технических характеристик), максимально возможное ускорение автомобиля (определяется мощностью двигателя), ускорение при экстренном торможении, время реакции водителя, скорость движения автомобиля в текущий момент времени, текущее ускорение автомобиля с учетом обстановки на дороге, стиль езды (медленный, нормальный, активный, спортивный), тип поддерживаемой дистанции (безопасная, средняя или близкая). В модели любой параметр для каждого транспортного средства может быть установлен индивидуально, что позволяет учитывать индивидуальные характеристики водителей и автомобилей.

Для описания элементов участка автомобильной дороги и участников движения лучше использовать объектно-ориентированный подход, – таким образом, каждый отдельный элемент будет обладать своим набором настраиваемых параметров. В таком случае каждый агент в любой момент времени на основе анализа своего состояния и состояния некоторых других участников движения, принимает адекватное решение. Так, например, в работе автора каждый автомобиль, желающий совершить маневр обгона, руководствуется безопасным расстоянием как до впереди идущего автомобиля, так и расстоянием до позади идущего автомобиля, как по своей полосе, так и по той полосе, на которую планируется выехать для совершения маневра.

Основными элементами моделируемой системы являются автомобили, поэтому под их взаимодействием понимается некоторое событие. Например, событие может быть связано с ситуацией, в когда автомобиль, движущийся с более высокой скоростью, встречает на своей полосе автомобиль, движущийся более медленно. В такой ситуации водитель более быстрого транспортного средства может предпринять следующие действия: совершить обгон или снизить свою скорость так, чтобы придерживаться заданной дистанции. Во втором случае дистанция между транспортными средствами будет определяться скоростью движения в полосе и типом поддерживаемой дистанции. Возможна также ситуация, когда какое-либо препятствие или другой участник движения появились неожиданно и при этом расстояние до них достаточно маленькое. Тогда происходит торможение с экстренным ускорением (здесь исход ситуации здесь будет зависеть от скорости позади идущей машины и расстояния:

если скорость окажется высокой, а расстояние критически малым, то произойдет столкновение).

Неотъемлемой частью автомобильных дорог выступают пешеходные переходы. С целью их описания был написан отдельный соответствующий класс, позволяющий реализовать взаимодействие между пешеходным переходом и другими участниками движения. В качестве основной характеристики пешеходного перехода принята интенсивность появления пешеходов. Предполагается, что интенсивность может быть любой, а в качестве распределений могут выступать распределения: равномерное, нормальное, показательное, Пуассона, Стюдента. Во время движения каждый автомобиль просчитывает расстояние до возможного пешеходного перехода, и как только данное расстояние становится меньше заданной зоны видимости перехода (обычно 100-250 метров), вызывается соответствующий метод, определяющий дальнейшее поведение транспортного средства, которое зависит от наличия пешехода на пешеходном переходе.

Построенная на отмеченных принципах система для моделирования дорожных ситуаций на прямолинейных многополосных участках автомобильных дорог может служить хорошим инструментом для прогнозирования развития ситуаций, связанных с образованием и развитием автомобильных пробок.